

# Caracterización del comportamiento vecero de la encina mediante distintos índices

Masting evaluation in holm oak by alternation indices

M.D. CARBONERO MUÑOZ / A. GARCIA MORENO / P. FERNÁNDEZ REBOLLO

Departamento de Ingeniería Forestal. ETSIAM. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14071 Córdoba (España)  
[ir1ferep@uco.es](mailto:ir1ferep@uco.es)

**Resumen:** La producción de bellota en la encina presenta una alta variabilidad entre años, característica que en fruticultura se conoce como vecería o alternancia. A diferencia de lo que ocurre con otras especies cultivadas, no existen demasiados trabajos que aborden la evolución temporal de la producción de bellota en la dehesa. En este trabajo se aplican distintos índices, algunos de ellos ampliamente usados en fruticultura para la caracterización de la vecería de la encina en la dehesa. Los resultados muestran que la producción de bellota presenta altas oscilaciones, en gran parte de carácter bienal, presentando los árboles asincronía, y predominando además, los años de producciones bajas y altas frente a producciones intermedias. Estos resultados sugieren que la aplicación de índices de alternancia para la medición y caracterización de la vecería en la encina puede resultar de utilidad.

**Palabras clave:** dehesa, variación, sincronía, alternancia, bellota.

**Abstract:** Oak acorn production shows a great variability between years. This fact is known as masting or alternate bearing. Many studies related to fruit growing have focused on alternate bearing but little research has focused on holm oak at dehesa. In this work, masting has been evaluated with alternation indices, some of them widely used in horticulture. Results suggest that acorn production has a biennial bearing, there is a low synchrony between trees and a high frequency in off-year (little or no yield). Analysis of acorn production variability with alternation indices has allowed a better knowledge of mast seeding in holm oak.

**Key words:** dehesa, mast seeding, synchrony, alternate bearing, acorn.

## INTRODUCCIÓN

Cuando la producción de semilla o fruto en una planta, presenta años o periodos de elevada producción seguidos de años con baja o nula producción, se dice que presenta vecería o alternancia. La vecería es un proceso inherente a la naturaleza de las plantas policárpicas y se justifica como mecanismo de supervivencia y perpetuación de las especies en el tiempo. Así las plantas forman un gran número de semillas en el año o años en carga y acumulan sustancias de reserva en el año o años de descarga (Monselise y Goldschmidt, 1982). En la vecería, además de influir aspectos propios de la especie o el cultivar, lo hacen también las condiciones ambientales y de manejo de los árboles. De hecho, la vecería es más común en hábitats de baja fertilidad, pues en esta situación el tiempo requerido para recuperarse de una alta cosecha se incrementa (Kelly y Sork, 2002).

Se han descrito hábitos alternantes de fructificación en muchas especies, tanto frutales (olivo, cítricos, etc.) como forestales (castaño, robles, encinas, etc.). En las especies frutales, la vecería es una característica de gran repercusión económica por lo

que se han desarrollado índices a fin de cuantificar su incidencia. Aunque la encina en la dehesa presenta un manejo muy próximo al de un árbol frutal, siendo la producción de mayor interés la bellota, no existen demasiados estudios que profundicen en el comportamiento individual de los árboles, y que lo aborden desde un enfoque agronómico. En este trabajo se pretende analizar la vecería o alternancia de la producción de bellota mediante diferentes índices, analizando su utilidad en la caracterización de la producción de bellota en la dehesa.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca Navalpaloma situada al nordeste de la provincia de Córdoba (T.M. Cardena) y cuyo arbolado está compuesto por encinas con una densidad media de 67 árboles/ha. La finca se dedica a la producción de cerdo ibérico y vacuno de carne en ecológico, presentando cargas ganaderas de 0,64 cerdos/ha y 0,39 vacas/ha. Se estimó la producción de bellota en 50 árboles utilizando la metodología descrita en Carbonero *et al.* (2009) durante seis años (2001 a 2006).

Las variaciones de la producción de bellota se estudiaron mediante los siguientes índices:

### 1. Vecería o alternancia de la producción de bellota (variaciones entre años).

a. *Comportamiento bienal* (B): Porcentaje de ocasiones (pares de años sucesivos) donde la tendencia de incremento o descenso de la producción es de diferente signo (Monselise y Goldschmidt, 1982). Los valores oscilan de 0 a 1 (0 a 100% en porcentaje). El 100% indica un comportamiento bienal perfecto.

b. *Intensidad de la vecería* (I): Valor medio del cociente entre las diferencias de la producción de bellota entre años consecutivos y el total (Monselise y Goldschmidt, 1982). I varía de 0 a 1 (0 a 100% en tanto por 100).

$$I = \frac{1}{n-1} \left( \frac{a_2 - a_1}{a_2 + a_1} + \frac{a_3 - a_2}{a_3 + a_2} + \dots + \frac{a_n - a_{n-1}}{a_n + a_{n-1}} \right)$$

n = n° de años; a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, ..., a<sub>n</sub> = producción del año n.

c. *Porcentaje relativo* (RP): Cociente entre la cosecha mínima y la máxima para un periodo de tiempo determinado (Monselise y Goldschmidt, 1982).

d. *Coefficiente de variación entre años* (CVi): Cociente entre la desviación estándar y la media de las producciones anuales obtenidas para una serie de años.

e. *Bimodalidad* (Bm): Número de años en que la productividad individual de cada árbol se sitúa en el tercio inferior, medio o superior de su rango de productividad (Koenig *et al.*, 1994). Se empleó el test de Wilcoxon que compara pares de muestras relacionadas.

### 2. Sincronía de la producción de bellota:

a. *Porcentaje de sincronización* (SP): Porcentaje medio de árboles con idéntica tendencia de cambio respecto a la cosecha anterior en n años (Monselise y Goldschmidt, 1982).

b. *Coefficiente de concordancia de Kendall* (W): Medida del grado de concordancia entre un grupo de elementos (árboles) y un grupo de características (valores anuales de producción de bellota). Este estadístico sigue una  $\chi^2$  con n-1 grados de libertad. Sus valores oscilan entre 0 (concordancia nula) y 1 (concordancia total) (Martín *et al.*, 1998).

Además, la variabilidad de la producción entre árboles se analizó mediante el coeficiente de variación (CVp) para cada año y para el total del periodo. Los valores de producción de bellota (kg/árbol) y productividad de bellota (g/m<sup>2</sup> de superficie de proyección de copa), referidos a sustancia fresca, se compararon entre años mediante un anova unifactorial. Cuando las diferencias entre años fueron significativas, se usó el test de Scheffé para establecer grupos homogéneos. La normalidad y homogeneidad de la varianza fue analizada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y el test de Levene, respectivamente. Cuando estas condiciones no se cumplieron, los datos fueron transformados logarítmicamente [ $\ln(x+1)$ ]. Todos los análisis se realizaron usando el software STATISTICA 6.0.

## RESULTADOS

La producción media de bellota de los árboles analizados ha oscilado entre los 5,6 kg y 84 g/m<sup>2</sup> en 2005 y los 27,0 kg y 407 g/m<sup>2</sup> en 2003 (tabla 1). El análisis de la varianza para la productividad (df=5; F=23,2 p<0,01) separa claramente a los tres primeros años, con productividades altas, de los tres siguientes con productividades más bajas. Existe una gran disparidad en las producciones individuales cada año, con coeficientes de variación que oscilan desde 79,2% (2003) al 128,6% (2004).

En la tabla 2, se exponen los valores de los índices empleados para la evaluación de la vecería y la sincronía de las producciones. La variabilidad interanual para cada encina (CVi=85,8%) fue inferior a la variabilidad media de seis años registrada para el conjunto de los árboles (CV=100,4%) (tabla 1). Es decir, es menor la variabilidad de la producción encontrada para una encina entre años que entre encinas. El estadístico RP (porcentaje que supone la productividad mínima respecto de la máxima) alcanza un valor medio para los cincuenta árboles de 11,3%, y la intensidad de la vecería (I) de 46,1%. Si entendemos el índice B como el porcentaje de ocasiones en las que las variaciones de productividad en un año determinado respecto al anterior y al posterior son de distinto signo, encontramos una importante presencia de la misma en los pies estudiados (62,8%) (tabla 2). Los resultados de la tabla 3, indican que en las encinas existe bimodalidad pues predominan años con bajas productividades (3,02 de cada seis años) y años con altas productividades (1,8 de cada seis años) sobre años con productividades intermedias.

La sincronía entre pies la mide el coeficiente de concordancia W de Kendall, que para los seis años de estudio arroja un valor de 0,396 (tabla 2). El índice SP indica que de media un 65,1% de los árboles evoluciona a la vez (tabla 2) aunque tras el periodo de altas producciones que va de 2001 a 2003, encontramos un valor máximo de sincronización con un 83,7% de árboles que tienen una tendencia productiva descendente (fig. 1).

**Tabla 1.** Productividad (g MF m<sup>-2</sup>) y producción (kg MF árbol<sup>-1</sup>) media de bellota de encina en la dehesa (error estándar entre paréntesis) durante 2001 a 2006. Para cada año se incluye el coeficiente de variación de la productividad entre árboles (CVp). Diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas entre años.

|               | Años         |               |              |               |             |               | Total      |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
|               | 2001         | 2002          | 2003         | 2004          | 2005        | 2006          |            |
| Productividad | 387 (48) b   | 316 (46) b    | 407 (46) b   | 166 (30) a    | 84 (10) a   | 149 (26) a    | 252 (23)   |
| Producción    | 26,3 (3,7) c | 21,6 (3,8) bc | 27,0 (3,1) c | 11,4 (2,3) ab | 5,6 (0,8) a | 10,1 (1,9) ab | 17,0 (1,9) |
| CVp (%)       | 86,8         | 102,6         | 79,2         | 128,6         | 82,3        | 122,7         | 100,4      |

MF: materia fresca

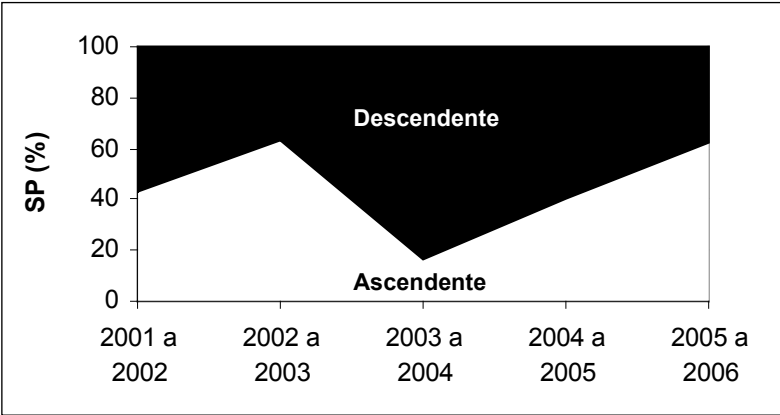
**Tabla 2.** Valores medios de los índices (DE) empleados para la caracterización de la vecería y sincronía de la producción de bellota de la encina en la dehesa durante el periodo 2001 a 2006 (su descripción se incluye en material y métodos).

| Vecería     |             |             |             | Sincronía |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| B (%)       | I (%)       | RP (%)      | CVi (%)     | W         | SP (%)      |
| 62,8 (35,0) | 46,1 (16,5) | 11,3 (10,8) | 85,8 (32,7) | 0,396**   | 65,1 (10,7) |

\*\* p<0,01

**Tabla 3.** Bimodalidad de la producción de bellota. Número medio de años y desviación estándar en los que la productividad individual de los árboles se encuentra en el tercio inferior, medio y superior del rango de productividad del periodo 2001-2006.

| Número de años en |                   |                 | p (respecto al tercio intermedio) |                 |
|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
| Tercio inferior   | Tercio intermedio | Tercio superior | Tercio inferior                   | Tercio superior |
| 3,02±1,06         | 1,18±0,85         | 1,80±0,81       | <0,001                            | 0,001           |



**Figura 1.** Porcentaje de árboles con idéntica tendencia de cambio productivo (ascendente o descendente) respecto a la cosecha anterior durante el periodo 2001- 2006.

DISCUSIÓN

La variación de la producción de bellota entre encinas para un mismo año es fuerte, encontrándose una gran diferencia entre valores máximos y mínimos y un alto valor del coeficiente de variación (CVp). Este hecho también es citado por López-Carrasco *et al.* (2005) en la dehesa y por Siscart *et al.* (1999) en bosques de encina. La oscilación de la productividad individual entre años (CVi) alcanza en este estudio un valor medio del 85,8%, indicando que, en general, todos los individuos muestreados sufren importantes variaciones en la producción de bellota a lo largo del tiempo. Esta cifra es algo superior a la encontrada por Martín *et al.* (1998) y Carbonero *et al.* (2005) en dehesas andaluzas, y se encuentra en el rango de las aportadas para especies americanas de robles (Koenig *et al.*, 1994). La intensidad de la vecería (I) y el porcentaje relativo (RP) presentan valores similares a los obtenidos en variedades y zonas de olivar consideradas veceras (Monselise y Goldschmidt, 1982). Aunque I y CVi son índices que abordan la variabilidad en la producción, el primero presenta una aportación muy interesante para cultivos veceros y en los que la producción de un año condiciona la del siguiente y es la medición de la cuantía de las variaciones en años consecutivos. En el presente trabajo se ha detectado la presencia de bimodalidad en el comportamiento productivo de los árboles, hecho también publicado para diferentes especies de *Quercus* americanos (Koenig *et al.*, 1994). Además, la encina muestra un comportamiento bienal (B), siendo frecuente los individuos que alternan producciones altas y bajas de fruto en años consecutivos, aunque los valores son inferiores a los obtenidos en olivo que generalmente superan el 75% (Monselise y Goldschmidt, 1982; Ramírez, 2001).

Otro factor que caracteriza al arbolado de *Quercus* es la existencia de una cierta asincronía en las producciones (Herrera, 1998), de hecho, el coeficiente de concordancia W de Kendall obtenido en este trabajo presenta unos valores bajos, comparables a la obtenidos en dehesas andaluzas por Carbonero *et al.* (2005), e inferiores a los apor-

tados por Martín *et al.* (1998) que obtienen valores de 0,7 para parcelas monoespecíficas de encina. De media existe un 65,1% de árboles que evolucionan a la vez (SP), cifra inferior a la obtenida generalmente en olivo que suele superar el 80% (Monselise y Goldschmidt, 1982; Ramírez, 2001). Esta baja sincronía del arbolado a la hora de producir es, en parte, responsable de los altos coeficientes de variación de la producción dentro de un mismo año. De hecho, Herrera *et al.* (1998) indican que la sincronía y la variabilidad de las producciones han evolucionado de manera independiente, probablemente como estrategia para asegurar la supervivencia de semillas en medios inestables. Cuando se analiza el coeficiente SP por bienios (fig. 1), encontramos que el mayor valor se encuentra de 2003 a 2004, justo después del año de mayor cosecha que acaece en 2003, existiendo un 83,7% de árboles con tendencia productiva descendente. Esto podría estar en consonancia con lo expuesto por Ramírez (2001), que señala que el grado de sincronía aumenta tras un año de cosechas máximas, pues una alta cosecha generalizada provoca una mayor inhibición de yemas florales, dando como resultado una reducción de la producción del año siguiente.

## CONCLUSIONES

La variación de la productividad entre encinas para un mismo año es alta, encontrándose una gran diferencia entre valores máximos y mínimos, con un alto valor del coeficiente de variación. En las producciones de bellota de encina en la dehesa predominan años con bajas productividades y años con altas productividades sobre años con productividades intermedias. El comportamiento bienal es frecuente, predominando las encinas a las que, tras un año de mayor producción le sigue otro de menor producción y viceversa. Además la sincronía productiva entre árboles es baja, existiendo de media un 65,1% de árboles cuyas producciones evolucionan a la vez. El uso de índices de alternancia manejados en fruticultura permite una caracterización más exacta de las oscilaciones individuales en la producción de bellota.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARBONERO M.D., FERNÁNDEZ, P., BLÁZQUEZ, A., FERNÁNDEZ, A. Y NAVARRO, R. (2005). Sincronización y vecería de la producción de bellota en dehesas andaluzas durante el periodo 2001-2004. En: Osoro K. *et al.* (eds) *Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio natural*, pp 721-726. Villaviciosa, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- CARBONERO M.D., GARCÍA A., CALZADO C. Y FERNÁNDEZ P. (2009) La producción de bellota en la dehesa y su relación con parámetros meteorológicos. En: Reiné *et al.* (eds) *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*, pp. 597-604. Huesca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- HERRERA C.M., JORDANO P., GUITIÁN A. Y TRAVESET A. (1998) Annual variability in seed production by woody plants and the masting concept: reassessment of principles and relationship to pollination and seed dispersal. *The American Naturalist*, **152** (4), 576-594.

- KELLY D. Y SORK V.L. (2002) Mast Seeding in Perennial Plants: Why, How, Where? *Annual Review of Ecology and Systematics*, **33**, 427-447.
- KOENIG W., MUMME R., CARMEN W. Y STANBACK M. (1994) Acorn Production by Oaks in Central Coastal California: Variation within and among Years. *Ecology*, **75** (1), 99-109.
- LÓPEZ-CARRASCO C., MUÑOZ DE LUNA T., DAZA A., REY A. Y LOPEZ BOTE C. (2005) Variaciones inter e intraanuales de la calidad de bellotas de encina en una dehesa de Castilla-La Mancha. En: Osoro K. *et al.* (eds) *Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio natural*, pp 391-398. Villaviciosa, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- MARTÍN A., INFANTE J.M., GARCÍA J., MERINO J. Y FERNÁNDEZ R. (1998) Producción de bellotas en montes y dehesas del suroeste español. *Pastos*, **28** (2), 237-248.
- MONSELISE S. Y GOLDSCHMIDT E. E. (1982) Alternate bearing in fruit trees. *Hort. Rev.*, **4**, 128-173.
- RAMÍREZ M. (2001) *Variabilidad de la producción en olivo (Olea europaea L.). Relación entre alternancia, floración, vigor y productividad*. Córdoba, España, Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- SISCART D., DIEGO V. Y LLORET F. (1999) Acorn ecology. En: *Ecology of Mediterranean evergreen forest*. En: Rodá *et al.* (eds) *Ecology of Mediterranean evergreen forest*, pp 75-87. Berlin and Heidelberg, Alemania: Springer-Verlag.